

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/014285

International filing date: 15 December 2004 (15.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 103 59 193.1
Filing date: 17 December 2003 (17.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 11 February 2005 (11.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 59 193.1

Anmeldetag: 17. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: Hella KGaA Hueck & Co, 59557 Lippstadt/DE
(Erstanmelder: Hella KG Hueck & Co,
59552 Lippstadt/DE)

Bezeichnung: Kameraanordnung und Verfahren zur Justierung
einer Kameraanordnung

IPC: G 02 B, H 04 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 13. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Brosig

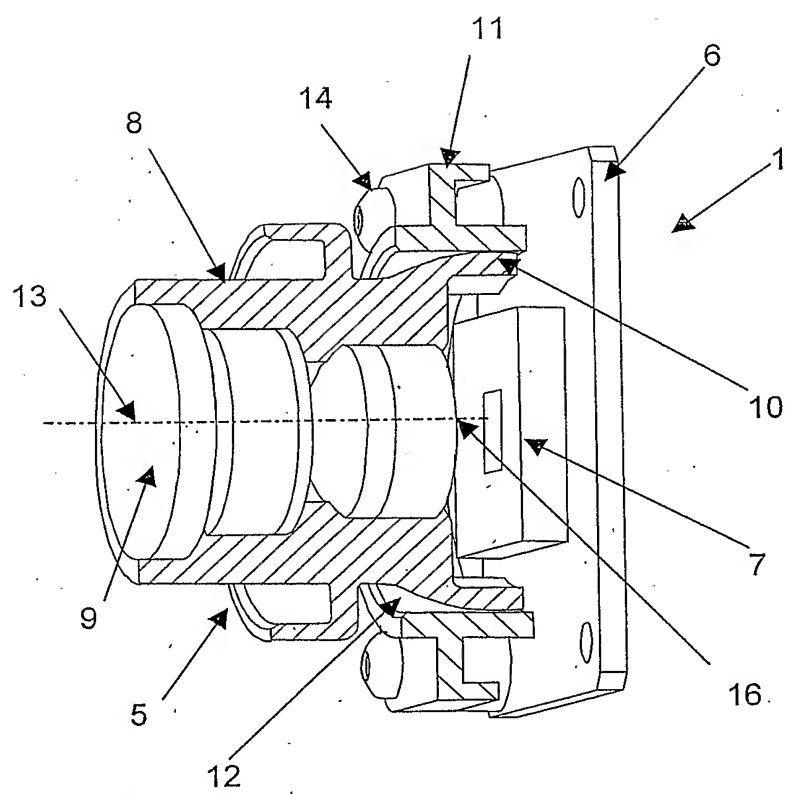
Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Kameraanordnung und Verfahren zur Justierung einer
Kameraanordnung

ZUSAMMENFASSUNG (FIG. 1)

Kameraanordnung, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, umfassend, eine Leiterplatte (6) mit einem Bildsensor (7) und einem Objektivträger (11), sowie ein Objektiv (5) zur Projizierung eines Bildes auf den Bildsensor (7), wobei das Objektiv (5) über Anschlussmittel mit dem Objektivträger (11) verbunden ist, wobei es sich bei dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des Objektives (5) vorgesehenen kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt(e) (10) handelt, die in einer zylindrischen Bohrung (12) des Objektivträgers (11) aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv (5) relativ zu dem Bildsensor (7) zu verschieben, als auch zu verschwenken, sowie ein Verfahren zur Justierung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung.

Fig. 1



Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Kameraanordnung und Verfahren zur Justierung einer
Kameraanordnung

Die vorliegende Erfindung betrifft einer Kameraanordnung gemäß
5 dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur
Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6.

STAND DER TECHNIK

Eine Kameraanordnung der zuvor genannten Art ist aus der DE 101
15 043 A1 bekannt. Hier wird ein Verfahren und eine Vorrichtung
zur Kalibrierung eines Kamerasystems, insbesondere eines auf
einem Fahrzeug angeordneten Kamerasystems beschrieben, mit dem
die Kalibrierung der Kamera in einem Kamera-Koordinatensystem
15 in Bezug auf ein Referenz-Kamerasystem auf einfache Weise
ermöglicht werden soll.

Es handelt sich hierbei jedoch ausschließlich um eine
Justierung bzw. Ausrichtung der Kamera innerhalb der zuvor
20 genannten Koordinatensysteme, insbesondere um eine Ausrichtung
auf einen vorgegebenen Punkt im Raum. Eine geeignete Justierung
des Objektivs zu dem in der Kamera verwendeten Bildchip,
beispielsweise um die notwendige homogene Bildschärfe der
Kamera sicherzustellen, wird hier nicht vorgeschlagen.

25 Die im Bereich der Fahrzeugtechnik eingesetzten
Kameraanordnungen müssen werksseitig auf eine optimale
Bildschärfe eingestellt werden. Hierbei muss berücksichtigt
werden, dass es sich nicht um Kameras handelt, wie sie
30 beispielsweise im Bereich von professionellen Videoaufnahmen
eingesetzt werden, sondern um Kleinkameras, die mit einem
kleinen, meist flächigem Bildsensor sowie einem Objektiv
ausgestattet sind, wobei das Objektiv über ein Anschlußmittel

. . . .

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

mit dem Bildsensor verbunden ist. Zur Einstellung der geforderten Bildschärfe ist vorgesehen, dass der Abstand des Objektivs zu dem Bildsensor so lange verändert wird, bis der Bildsensor ein Bild ausreichender Schärfe liefert. Es ist
5 jedoch zu beachten, dass bei den bekannten Kameraanordnungen mit einer Verkipfung des Bildsensors (vom Sollwert abweichende Neigung des Bildsensors zur Leiterplattenebene) zu rechnen ist. Dabei liegen Werte um 2 Grad durchaus im zulässigen Toleranzbereich. Als Konsequenz hieraus ergibt sich jedoch,
10 dass beispielsweise bei einem bildseitigen Schärfebereich von ca. 0,05 mm, einer Brennweite $f = 2$ mm und bei einer Blende von 2,0, die Verkipfung des Bildsensors um 2 Grad dazu führt, dass nur ein Teil der gesamten Bildsensorfläche scharf gestellt werden kann. Der übrige Teil bzw. Bildabschnitt bleibt
15 unscharf.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an und macht es sich zur Aufgabe eine Kameraanordnung bereitzustellen, die trotz Verkipfungen des Bildsensors im gesamten Bildbereich scharf
20 eingestellt werden kann.

VORTEILE DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass es sich
25 bei dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des Objektivs vorgesehene kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt(e) handelt, die in einer zylindrischen Bohrung des Objektivträgers aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv relativ zu dem Bildsensor zu verschieben, als auch
30 zu verschwenken. Durch diese Ausgestaltung des Anschlussmittels wird es ermöglicht, dass das Objektiv optimal an die Lage des Bildsensors angepasst werden kann, d.h. es kann eine homogene

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Schärfe über den gesamten Bildsensorbereich sichergestellt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung
5 ist vorgesehen, dass der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt
und die zylindrische Bohrung über eine Spielpassung
gegeneinander verschiebbar und verschwenkbar gelagert sind.
Durch diese Maßnahme kann sichergestellt werden, dass eine
geeignete Verbindung zwischen dem kugelsegmentförmigen
Gehäuseabschnitt und der zylindrischen Bohrung besteht. Durch
diese Verbindung wird insbesondere eine spätere Verbindung der
zuvor genannten Komponenten, beispielsweise durch
Laserschweißen oder Kleben, begünstigt. Darüber hinaus kann das
Objektiv vollständig von einer geeigneten Vorrichtung während
15 des Justageprozesses geführt werden.

Es ist weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen, dass das
Objektiv, die Leiterplatte mit dem Bildsensor und dem
Objektivträger in einem Gehäuse untergebracht sind. Hierdurch
20 lässt sich eine kompakte und unempfindliche Bauweise der
Kameraanordnung sicherstellen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung
ist vorgesehen, dass der kugelsegmentförmige Abschnitt dem
25 Objektiv angespritzt bzw. mit dem Objektiv verklebt ist. Neben
der Einstückigkeit der zuvor genannten Komponenten kann
sichergestellt werden, dass beispielsweise handelsübliche und
kostengünstige Objektive mit einem erfindungsgemäßen
kugelsegmentförmigen Abschnitt ausgestattet werden können. So
30 kann beispielsweise auch für das Objektiv bzw. das
Objektivgehäuse ein von dem kugelsegmentförmigen Abschnitt
abweichendes Material verwendet werden.

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Objektivträger aus einem Material besteht, welches für Laserstrahlung durchlässig ist. Hierdurch wird ein Verbindungsprozess zwischen dem Objektivträger und dem Objektiv nach Beendigung des Justageprozesses begünstigt, indem ein Laserstrahl nur das Material des Objektivs bzw. des kugelsegmentförmigen Abschnitts aufschmilzt um eine Verbindung mit dem Objektivträger herzustellen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Justierung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung vorzuschlagen, wobei sichergestellt werden soll, dass ein scharfes Bild über den gesamten Bildsensorbereich ausgegeben wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 6 gelöst. Durch ein Einbringen des Objektivs in den Objektträger in einer vorbestimmten Anfangsposition W_1 , einem Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Wegstreckenposition W_n in einer Auswerteeinrichtung, einem Verschieben des Objektivs um einen Wegstreckenabschnitt Δz in Richtung des Bildsensors, einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt eine vorbestimmte Endposition W_{Ende} erreicht, einem Verschieben des Objektivs in die Wegstreckenposition W_{max} in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, einem Verschwenken des Objektivs in eine vorbestimmte erste Anfangsschwenkposition $S_{\alpha 1}$, einem Auslesen der

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition $S_{\alpha n}$ in einer geeigneten Auswerteeinrichtung, einem Verschwenken des 5 Objektivs um einen Schwenkwinkel $\Delta\alpha$ in eine vorbestimmte erste Schwenkrichtung a , einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis eine vorbestimmte erste Endposition $S_{\alpha End}$ erreicht ist, einem Verschwenken des Objektivs in die Schwenkposition $S_{\alpha max}$ in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, einem Verbinden des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts mit der zylindrischen Bohrung, kann sichergestellt werden, dass das Objektiv 15 gleichmäßig ein Bild auf den Bildsensor abgebildet, d.h. die optische Achse des Objektivs stimmt mit dem mittigen Normalenvektor des Bildsensors überein und es ist mit einem gleichmäßig scharfen Bild zu rechnen. Eine Neigung des Bildsensors kann somit ausgeglichen werden.

20 In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind vor dem Verbinden der zylindrischen Bohrung mit dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt nachfolgende Verfahrensschritte vorgesehen, die eine noch genauere Justierung des Objektivs ermöglichen. Durch ein Verschwenken 25 des Objektivs in eine zu der Schwenkrichtung a orthogonale Schwenkrichtung b in eine zweite Ausgangsschwenkposition $S_{\beta 1}$, einem Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen 30 Schwenkposition $S_{\beta n}$ in einer geeigneten Auswerteeinrichtung,

. . .

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

einem Verschwenken des Objektivs um einen Schwenkwinkel $\Delta\beta$ entgegengesetzt der zweiten Schwenkrichtung b , einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis eine vorbestimmte zweite Endposition $S_{\beta\text{End}}$ erreicht ist, einem

5 Verschwenken des Objektivs in die Schwenkposition $S_{\beta\text{max}}$ in welcher der Wert der zuvor gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, kann eine noch genauere Anpassung des Objektivs an einen Neigung des Bildsensors vorgenommen werden.

10 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass es sich bei den auszulesenden Bildsensorinformationen um diejenigen Bildpunkte handelt, die auf einem Radius $R = \frac{1}{4} \cdot$ der Breite des Bildes um das zu erwartende Bildzentrum liegen. Diese
15 Punkteschar eignet sich unter anderem besonders gut um einen repräsentativen Mittelwert der Kontrastwerte zu bilden.

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Kontrastwerte über die Modulationstransferfunktion bestimmt
20 werden.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts und die zylindrischen Bohrung durch Laserschweißen oder Verkleben miteinander
25 verbunden werden. Diese Verfahren haben sich als besonders rationelle und einfach handhabbare Verfahren zur Verbindung der zuvor genannten Komponenten erwiesen. Denkbar bleiben jedoch auch andere Verbindungsmechanismen, wie beispielsweise Verschraubungen.

30

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass es sich bei den ermittelten Kontrastwerten um jeweils voneinander

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

unabhängige Kontrastwerte für die Farbwerte rot, grün und blau handelt. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, eine Einstellung entsprechend der Wahrnehmung des menschlichen Auges vorzunehmen und die Bildqualität der Kameraanordnung weiterhin zu verbessern.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Farbwerte mit einem Faktor gewichtet werden, wobei die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet werden als die roten Kontrastwerte und die roten Kontrastwerte stärker als die blauen Kontrastwerte. Mit diesem Einstellungsschema wird die Kameraanordnung besonders gut an die Wahrnehmung des menschlichen Auges angepasst.

15 ZEICHNUNGEN

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einer teilweise geschnittenen perspektivischen Ansicht;

25 Fig. 2 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 3 eine geschnittene Darstellung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung in einem Gehäuse;

30 Fig. 4 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einem Gehäuse;

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Fig. 5

bis 10 eine schematische Darstellung einzelner
Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens
zur Justierung einer erfindungsgemäßen
Kameraanordnung.

5

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Zunächst wird auf Fig. 1 bezug genommen.

5 Eine erfindungsgemäße Kameraanordnung 1 umfasst im wesentlichen eine Leiterplatte 6, auf der etwa mittig ein flächiger Bildsensor 7 mit einer sensitiven Fläche aufgebracht ist. Vor dem Bildsensor 7 ist ein Objektiv 5 angeordnet, welches im Idealfall ein scharfes Bild über die gesamte sensitive Fläche des Bildsensors 7 projiziert. Dieser Fall tritt ein, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind.

Das Objektiv 5 umfasst ein im wesentlichen zylinderförmiges Objektivgehäuse 8, in dem jeweils geeignete Linsen 9 entlang einer optischen Achse 13 aufgereiht sind. Die optische Achse 13
15 geht in dieser bevorzugten Ausführungsform, da es sich um rotationssymmetrische Linsen 9 handelt, durch die Linsenmittelpunkte. Ein scharfes Bild über die gesamte Bildsensorfläche entsteht, wenn das Objektiv 5 den richtigen Abstand zu dem Bildsensor 7 einnimmt, sowie wenn die optische
20 Achse 13 senkrecht auf das Zentrum des Bildsensors 7 fällt, mit anderen Worten, wenn ein mittig des Bildsensors 7 angeordneter Normalenvektor 16 mit der optischen Achse 13 übereinstimmt. Um diesen Zustand herstellen zu können ist erfindungsgemäß ein Anschlussmittel zwischen Objektiv 5 und Leiterplatte 6
25 vorgesehen, welches wie nachfolgend beschrieben ausgestaltet ist.

Das Objektiv 5 ist mit einem Objektivträger 11 auf der Leiterplatte 6 befestigt. Der Objektivträger 11 selbst ist mit
30 Schrauben 14 auf der Leiterplatte 6 angebracht und weist eine mittig angeordnete zylindrische Bohrung 12 auf. Der Objektivträger 11 kann aus einem Material gefertigt sein, welches für Laserstrahlung durchlässig ist. Das Objektivgehäuse

. . .

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

8 wiederum ist endseitig mit einem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 ausgestattet, der in die zylindrische Bohrung 12 eingebracht werden kann, wobei die Kanten des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 an der zylindrischen Bohrung 12 im Rahmen einer Spielpassung anliegen, d.h. es ist ein geringes Spiel zwischen dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 und der zylindrischen Bohrung 12 vorgesehen, so dass eine Verschiebung des Objektivs 5 entlang der zylindrischen Bohrung 12, als auch ein Schwenken des Objektivs 5 in einen gewünschten Winkel zwischen dem Normalenvektor 16 und der optischen Achse 13 möglich wird.

Bei dem Objektiv 5 kann es sich beispielsweise um ein handelsübliches Objektiv handeln, welches grundsätzlich in großen Stückzahlen erhältlich ist. In einem besonderen Arbeitgang wird das Objektiv 5, bzw. des Objektivgehäuse 8 mit dem entsprechenden kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10, beispielsweise durch Aufspritzen oder Verkleben hergestellt. Als Material für den kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 kommt beispielsweise Kunststoff in Frage, wohingegen das Objektiv 5 aus Metall bestehen kann. Auch kann das Objektiv 5 samt dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 einstückig hergestellt worden sein.

Des weiteren sind die zuvor genannten Komponenten in einem kompakten Gehäuse 2 untergebracht, in dem darüber hinaus auch eine Leiterplatte 15 für die Kameraelektronik integriert sein kann. Aus dem Gehäuse 2 ist eine Anschlussleitung 3 herausgeführt und es sind Befestigungselemente 4 vorgesehen, die einen Einbau der Kameraanordnung 1 in ein Kraftfahrzeug erlauben.

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Beim Justageprozess der Kameraanordnung 1 wird das Objektiv 5 in den Objektivträger 11 montiert und in Richtung der optischen Achse 13, nachfolgend Z-Achse genannt, aus einer Anfangsposition W_1 so lange verschoben, bis Bereiche des
5 Bildsensors 7 scharf gestellt sind. Aus Gründen der Fertigung und der Messtechnik kann die optimale Position der Schärfentiefe nicht direkt bestimmt werden. Daher wird zur Ermittlung der Position des Objektivs 5 die Kameraanordnung 1 auf ein Testbild ausgerichtet und anschließend das Bild des Bildsensors 7 bzw. das Bild der Kameraanordnung 1 ausgelesen und mit einer Auswertesoftware in einer Auswerteeinrichtung (beispielsweise Personal Computer) analysiert. Für die Bestimmung der Abbildungsqualität des Objektivs 5 wird mit der Auswerteeinrichtung die MFT (Modulationstransferfunktion, der
15 Kontrast) in einigen Bildbereichen bestimmt. Nach Auswertung des Kamerabildes wird das Objektiv 5 entlang der optischen Achse 13 von der Anfangsposition W_1 um eine Wegstrecke Δz in eine weitere Wegstreckenposition W_n verschoben und die Abbildungsqualität erneut bestimmt. Der Vorgang wiederholt sich
20 so lange, bis das Objektiv 5 die optimale Position durchfahren hat und die Endposition W_{Ende} erreicht ist. Im wesentlichen handelt es sich bei der Anfangsposition W_1 um eine Position, in welcher der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt 10 an der oberen Kante der zylindrischen Bohrung 12 anliegt und bei der
25 Endposition W_{Ende} um diejenige Position, bei welcher der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 an dem unteren Ende der zylindrischen Bohrung 12 anliegt. Grundsätzlich ist es erfahrungsgemäß nicht notwendig, die zuvor beschriebenen Extrempositionen anzufahren. Sie dienen lediglich als
30 Orientierungspositionen um das erfindungsgemäße Verfahren zu veranschaulichen. Auch ist es grundsätzlich möglich, das

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Objektiv vom unteren Ende zum oberen Ende der zylindrischen Bohrung 12 zu verfahren.

Basierend auf den ermittelten Kontrastwerten der
5 Wegstreckenpositionen W_n wird hieraus ein gewichteter Mittelwert errechnet, welcher mit der jeweiligen Wegstreckenposition verknüpft ist. Die Wichtung kommt dadurch zustande, dass jeder Kontrastwert abhängig von seiner Bildposition mit einem vorbestimmten Wichtungsfaktor
10 multipliziert wird. Durch die Wichtung können bevorzugte Bildpunkte stärker in den jeweils zu bestimmenden gewichteten Mittelwert eingehen.

Entsprechend wird das Objektiv in die Wegstreckenposition W_{max}
15 mit dem höchsten (besten) gewichteten Mittelwert zurückgefahren. Es ist auch denkbar, dass eine Position W_{max} angefahren wird, die zwischen den zuvor angefahrenen Wegstreckenpositionen W_n liegt, wenn beispielsweise ein Interpolationsverfahren auf die gewichteten Mittelwerte
20 angewendet wurde.

Anders ausgedrückt, soll die Position die optimale Position sein, bei welcher der mittlere Kontrast an vorherbestimmten Bildpositionen maximal ist bzw. bei der die mittlere
25 quadratische Abweichung vom höchsten Kontrastwert minimal wird. Damit ist die Z-Position des Objektives 5 festgelegt.

Es ist anzumerken, dass zur Bestimmung des Kontrastes die Orte im Bild verwendet werden, die auf dem Radius R um das zu
30 erwartende Bildzentrum liegen, für die gilt $R = \frac{1}{4} \cdot \text{Breite des Bildes}$. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, ebenfalls die Bildmitte und die Bildränder zur Kontrastbestimmung heranzuziehen.

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Im Anschluss daran wird das Objektiv 5 um den Drehpunkt des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 verdreht, bis die optische Achse 13 des Objektivs 5 und der Normalenvektor 16 des Bildsensors 7 zusammenfallen, d.h. das Objektiv 5 wird um ein oder zwei zueinander orthogonale Verkippungsachsen (α , β -Achse) (abhängig von der bildseitigen Schärfentiefe) justiert.

Hierzu wird zunächst eine Anfangsschwenkposition $S_{\alpha 1}$ angefahren und der gewichtete Mittelwert der Kontrastwerte analog zu dem oben aufgeführten Verfahren bestimmt, der jeweiligen Schwenkposition zugeordnet und in der Auswerteeinrichtung zwischengespeichert.

15 Anschließend wird das Objektiv 5 um einen Betrag $\Delta\alpha$ in eine vorbestimmte Schwenkrichtung a verschwenkt und die Kontrastwerte erneut ausgelesen, der gewichtete Mittelwert gebildet, der jeweiligen Schwenkposition zugeordnet und zwischengespeichert.

20

Letztendlich wird das Objektiv 5 in diejenige Schwenkposition $S_{\alpha \max}$ zurückverfahren, bei welcher der gewichtete Mittelwert der Kontrastwerte maximal ist, bzw. bei der die mittlere quadratische Abweichung (Fehler) vom Maximum des Kontrastes minimal wird.

25

Erfahrungsgemäß kann das Objektiv 5 mit den zuvor beschriebenen Verfahrensschritten in ausreichendem Maße derart ausgerichtet werden, dass die optische Achse 13 des Objektivs 5 mit dem mittigen Normalenvektor 16 des Bildsensors 7 überwiegend zusammenfällt.

30

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Zur weiteren Optimierung kann vorgesehen sein, dass das
Objektiv 5 um eine zu der Schwenkrichtung a orthogonale
Schwenkrichtung b geschwenkt wird und dabei die gleichen
Verfahrensschritte wie bei der Schwenkrichtung a wiederholt
5 werden.

In einem weiteren vorteilhaften Montageschritt kann die
Position des Objektivs 5 erneut um die Z-Achse variiert und der
Ort mit dem Kontrastmaximum in vorherbestimmten Positionen im
Bild aufgesucht werden.

In der so justierten Lage wird das Objektiv 5 mit dem
Objektivträger 11 lasergeschweißt.

15 Sofern es sich bei der Kameraanordnung um ein Farbkamerasystem
handelt, werden bei jedem Schritt jeweils drei voneinander
unabhängige Kontrastwerte für Rot, Grün und Blau bestimmt.
Entsprechend der Wahrnehmung des menschlichen Auges werden
primär die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet als die roten
20 und stärker als die blauen Kontrastwerte.

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Kameraanordnung und Verfahren zur Justierung einer
Kameraanordnung

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Kameraanordnung (1), insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, umfassend,
- eine Leiterplatte (6) mit einem Bildsensor (7) und einem Objektivträger (11), sowie
 - ein Objektiv (5) zur Projizierung eines Bildes auf den Bildsensor (7), wobei
 - das Objektiv (5) über Anschlussmittel mit dem Objektivträger (11) verbunden ist,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass
- es sich bei dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des Objektivs (5) vorgesehenen kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt(e) (10) handelt, die
- 20 in einer zylindrischen Bohrung (12) des Objektivträgers (11) aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv (5) relativ zu dem Bildsensor (7) zu verschieben, als auch zu verschwenken.
- 25 2. Kameraanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt (10) und die zylindrische Bohrung (12) über eine Spielpassung gegeneinander verschiebbar und verschwenkbar gelagert sind.
- 30 3. Kameraanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektiv (5), die Leiterplatte (6) mit dem Bildsensor (7) und dem Objektivträger (11) in einem Gehäuse (2) untergebracht sind.
- . . .

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

4. Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmige Abschnitt (10) dem Objektiv (5) angespritzt bzw. mit dem Objektiv (5) verklebt ist.

5. Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Objektivträger (11) aus einem Material besteht, welches für Laserstrahlung durchlässig ist.

6. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Einbringen des Objektivs (5) in den Objektträger (11) in einer vorbestimmten Anfangsposition W_1 ;
- b) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Wegstreckenposition W_n in einer Auswerteeinrichtung;
- c) Verschieben des Objektivs (5) um einen Wegstreckenabschnitt Δz in Richtung des Bildsensors (7);
- d) Wiederholen der Verfahrensschritte b) und c) bis der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt (10) eine vorbestimmte Endposition W_{Ende} erreicht;

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

- e) Verschieben des Objektivs (5) in die Wegstreckenposition W_{\max} in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist;
- f) Verschwenken des Objektivs (5) in eine vorbestimmte erste Anfangsschwenkposition $S_{\alpha 1}$;
- g) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition $S_{\alpha n}$ in einer geeigneten Auswerteeinrichtung;
- h) Verschwenken des Objektivs (5) um einen Schwenkwinkel $\Delta\alpha$ in eine vorbestimmte erste Schwenkrichtung a ;
- i) Wiederholen der Verfahrensschritte g) und h) bis eine vorbestimmte erste Endposition $S_{\alpha \text{End}}$ erreicht ist;
- j) Verschwenken des Objektivs (5) in die Schwenkposition $S_{\alpha \max}$ in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist;
- k) Verbinden des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts (10) mit der zylindrischen Bohrung (12).

7. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin nachfolgende Verfahrensschritte zwischen dem Verfahrensschritt j) und k) vorgesehen sind:

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

j₁) Verschwenken des Objektivs (5) in eine zu der Schwenkrichtung a orthogonale Schwenkrichtung b in eine zweite Ausgangsschwenkposition $S_{\beta 1}$;

5

j₂) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition $S_{\beta n}$ in einer geeigneten Auswerteeinrichtung;

10

j₃) Verschwenken des Objektivs (5) um einen Schwenkwinkel $\Delta\beta$ entgegengesetzt der zweiten Schwenkrichtung b;

15

j₄) Wiederholen der Verfahrensschritte j₂) und j₃) bis eine vorbestimmte zweite Endposition $S_{\beta \text{End}}$ erreicht ist.

20

j₅) Verschwenken des Objektivs (5) in die Schwenkposition $S_{\beta \text{max}}$ in welcher der Wert der zuvor gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist.

25

8. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den vorbestimmten Bildbereichen mindestens um diejenigen Bildpunkte handelt, die auf einem Radius $R = \frac{1}{4} \cdot \text{der Breite des Bildes}$ um das zu erwartende Bildzentrum liegen.

30

9. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die

Anmelderin: Hella KG Hueck & Co.

Kontrastwerte über die Modulationstransferfunktion bestimmt werden.

5 10. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts (10) und die zylindrischen Bohrung (12) durch Laserschweißen oder Verkleben miteinander verbunden werden.

11. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den ermittelten Kontrastwerten um jeweils voneinander unabhängige Kontrastwerte für die Farbwerte rot, grün und blau handelt.

15 12. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbwerte mit einem Faktor gewichtet werden, wobei die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet werden als die roten Kontrastwerte und die roten Kontrastwerte stärker als die blauen Kontrastwerte.

20

Fig. 1

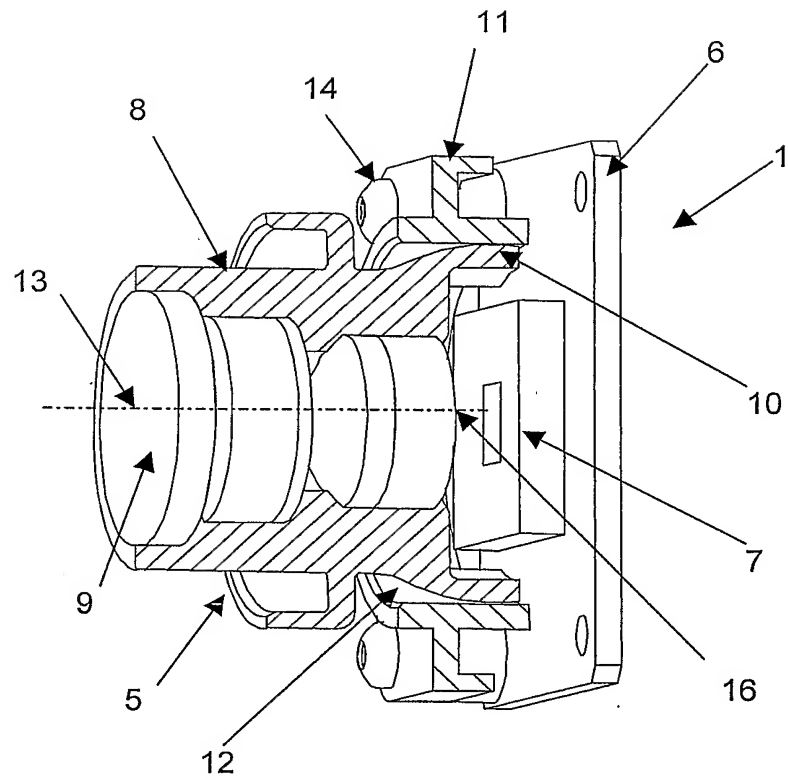


Fig. 2

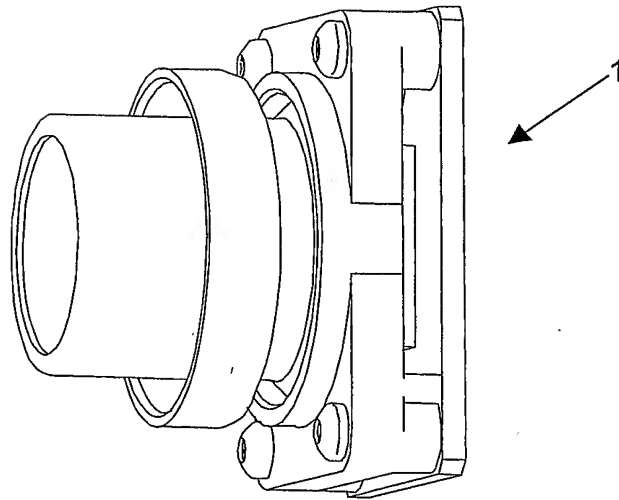


Fig. 3

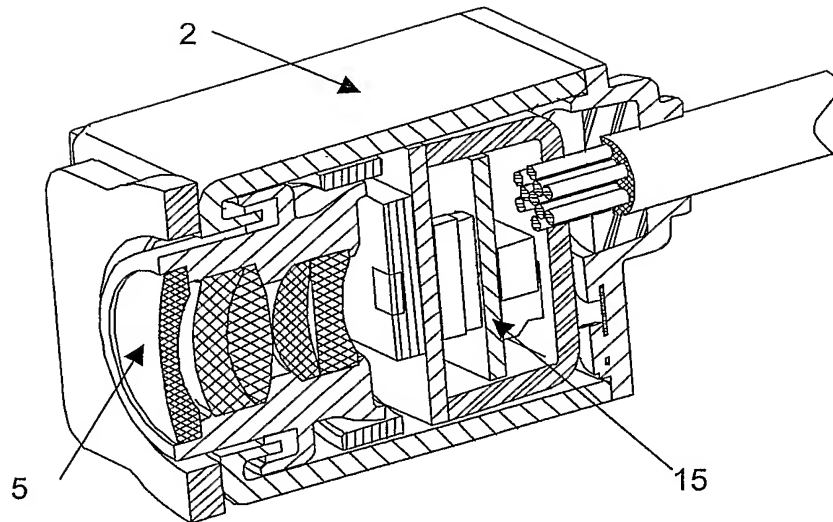


Fig. 4

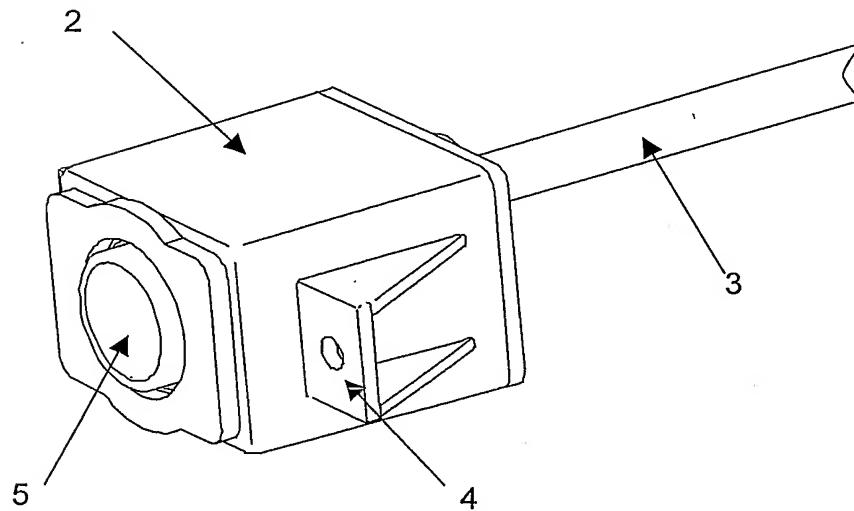


Fig. 5

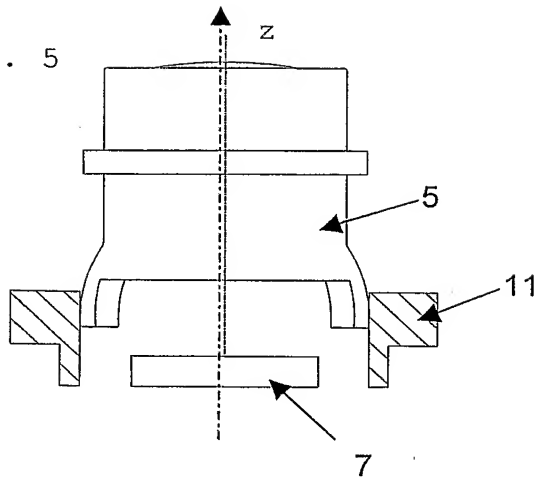


Fig. 8

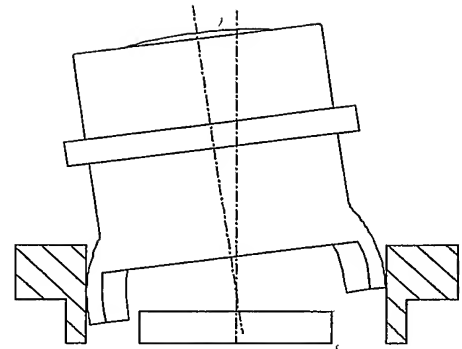


Fig. 6

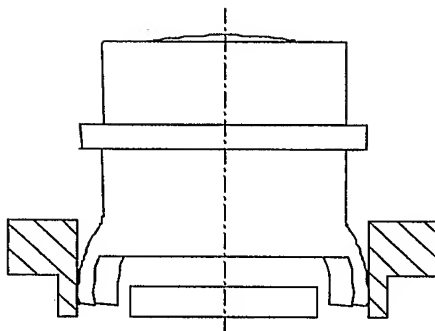


Fig. 9

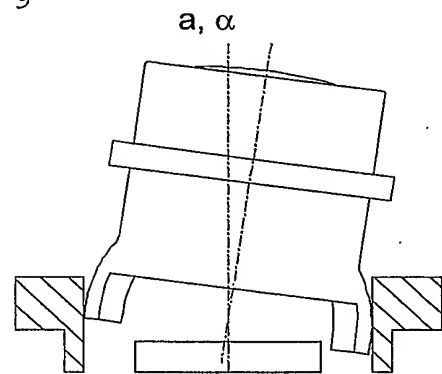


Fig. 7

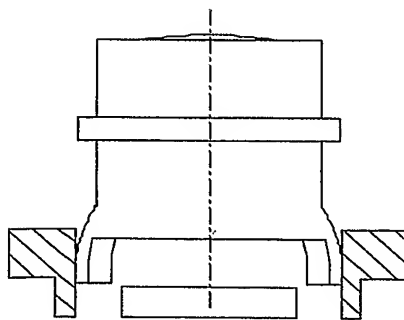


Fig. 10

